

三维地质建模在煤矿地质可视化中的应用分析

王 娜

中国煤炭地质总局航测遥感局 陕西西安 710100

摘 要: 煤矿是我国的重要能源资源, 传统的煤矿地质研究主要采用二维图纸、图表等方式来表达地质信息, 但这种方式存在信息量不足、难以准确表达地质现象、难以直观理解等问题。为了解决这些问题, 三维地质建模和煤矿地质可视化技术逐渐应用于煤矿地质研究和开发中。三维可视化地质模型拥有诸多优点, 不仅形象直观, 还能准确的对煤矿动态信息进行展示, 这样就方便采矿工作者正确的去理解地质数据, 使得信息的利用率和空间分析能力得到提升。另外, 还能凸显出开采设计和生产计划功能的准确度。本文以煤矿地质可视化为例, 介绍了三维地质建模的流程和关键技术, 以及三维可视化技术难点, 并对其做了应用分析。实践证明, 三维地质建模可以帮助人们更好地了解煤矿的地质构造、煤层分布和煤质分布等信息, 对煤矿的开发和管理具有重要的意义。

关键词: 三维地质建模; 煤矿地质; 可视化; 应用分析

Application analysis of 3D geological modeling in coal mine geological visualization

Na Wang

Bureau of Aerial Survey and Remote Sensing, General Administration of Coal Geology of China, Xi 'an 710100, China

Abstract: Coal mining is an important energy resource in our country. Traditional coal mine geological research mainly expresses geological information using two-dimensional drawings, charts, and other methods. However, this approach has limitations, such as insufficient information, difficulty accurately representing geological phenomena, and challenges in intuitive understanding. To address these issues, three-dimensional geological modeling and coal mine geological visualization technologies have gradually been applied in coal mine geological research and development. Three-dimensional visualization geological models have numerous advantages. They provide an intuitive and accurate representation of dynamic geological information in coal mines, enabling mining workers to better understand geological data. This leads to improved information utilization and spatial analysis capabilities, as well as increased accuracy in mining design and production planning functions. This paper uses coal mine geological visualization as an example to introduce the process and key technologies of three-dimensional geological modeling, as well as the challenges of three-dimensional visualization technology, and provides an application analysis. Practical experience has shown that three-dimensional geological modeling can help people better understand information such as coal mine geological structures, coal seam distribution, and coal quality. It holds significant importance for the development and management of coal mines.

Keywords: 3D geological modeling; Coal mine geology; Visualization; Application analysis

引言:

煤矿三维地质建模是指利用三维建模技术, 将煤矿以往二维平面数据通过数据处理、模型构建、数据拟合、地质可视化、数据分析等环节最终生成逼真的地质三维成果进行可视化展示。以支持煤矿勘探、设计、生产和

管理等环节的决策。

一、三维地质建模流程及关键技术

1.3Dmine 软件介绍

3Dmine 是一款用于建立煤矿地质模型的软件, 其主要功能是将地质数据转换为三维模型, 为煤矿地质可视

化提供支持。用户可以通过3Dmine将不同来源的地质数据集集成在一起,包括地面和井下的地质测量数据、钻探数据、采样数据等,然后创建三维地质模型并进行分析和可视化。此外,3Dmine还支持对地质模型进行编辑、修改、添加等操作,以适应不同的应用需求。该软件的使用可以帮助用户更准确地理解煤矿地质数据,并为煤矿勘查、开发和管理提供重要的支持。

2. 建模流程

3Dmine的建模流程通常包括以下几个步骤:

(1) 数据预处理:收集并整理煤矿的各类数据,包括地质、地球物理、测量等方面的数据,并进行清理、整合和格式化处理。

(2) 建模区域划分:将整个煤矿区域按照一定的标准和分辨率进行划分,以便于建立三维地质模型。

(3) 地质模型构建:根据前期准备的数据和建模区域的划分,利用3Dmine的建模工具构建三维地质模型。这一步需要先进行地层分析,确定煤层、岩层、煤与岩的分界面等,然后进行建模。

(4) 模型修整:对建好的地质模型进行一些调整和优化,包括去除冗余部分、调整层位关系等。

(5) 地质模型验证:对建好的地质模型进行验证,确保其准确性和可靠性。

(6) 模型导出和应用:将验证通过的地质模型导出到其他软件平台上进行应用。

3. 三维地质建模的关键技术

(1) 整合多元数据:由于在获取地质数据时会有很多不确定,进而很难精准的去对数据进行获取,这时,系统就要根据多种数据资源去展开三维模型的构建,数据包括多种,有钻孔数据、三维地震解析数据,还有顶底板等高线数据,在对这些数据进行应用和融合时,可以有效的使地质模型构建的更加精准。

(2) 地层数据插值:常用的地层数据插值方法有克里金插值、反距离权重插值、样条插值等。克里金插值法是一种比较常用的方法,它基于已知点的空间距离和数据值之间的关系,对未知点进行估计,并对估计误差进行分析。反距离权重插值法则是根据已知数据点到未知点的距离进行加权平均,距离越近的点权重越大,距离越远的点权重越小。样条插值法则是基于样条函数进行插值计算,可以得到平滑的结果。

地层数据插值方法的选择取决于数据分布情况、已知数据点的数量、数据噪声等因素。在使用插值方法时,需要注意数据的可靠性和误差分析,以确保地下地质模型的准确性和可靠性。

(3) 复杂地质体模型:所谓的复杂地质体构造三维建模分为两个部分,分别是:断层、褶皱地质模型构建。在地质构造的现象中断层是最常见的,它会对地层的连续性造成破坏,并使地层数据的原始分布格局发生改变。断层建模在进行数据获取时很是困难,而且断层空间的形态也很复杂。目前,对断层进行处理的方法有很多种,有切割位移法,有对断层两侧进行局部法,还有平面模拟断层法等。三维地质模型在进行空间分布时不够连续,而且还很复杂且有很多的不确定,因此,应怎样去进行表达,就要利用数字化地质体展开建模。3Dmine软件可以通过混合3D构模方法来建立复杂的地质体模型。

二、三维可视化建模技术难点

1. 通过地质勘探钻孔可以有效的将岩性层位、煤层的分布以及水文的地质特征等数据进行获取。但是,当勘探钻孔正在施工时,会因为经济条件以及设备设施和测量技术的阻碍,使得井田勘探钻孔在进行布置时不够紧密,还有一部分勘探钻孔在进行施工时会出现打丢以及施工深度不够的现象,进而丢失了一部分煤层的数据,进而在构建矿山三维模型时与实际不符,导致模型的研究指导价值发挥不出来。所以,在进行勘探、设计和施工的过程中首先要确保数据的真实性,这样才能使三维模型的准确度得到提高,将指导价值发挥出来。

2. 对于勘察和设计中所得到的地质数据,大多都是一维或者是二维的点数据和线内容。离地质数据三维空间有很大的距离,矿山的地质以及煤岩体的构造和空间形态又很容易发生变化,为了能够使三维可视化建模实现,就要解决以下难点问题:

(1) 要将地质数据的升维问题进行解决,首先要对平面数据进行演变,使之形成三维数据。

(2) 通过使用数据插值法去对数据间距进行细化,这样构建出来的矿山三维模型就更加真实。为此,怎样才能使地质数据实现内插、外推和模拟,并使构建出来的三维模型更加平滑、真实和准确,是其中的难点二。

(3) 因为三维地质建模所面对的对象具有很大的规模,尺寸大到几十公里。而且,地质条件也不是一成不变的,面对断层多,而且褶皱也很复杂的区域,在进行地质勘探和开拓以及准备和回采时就会产生很多地质数据。目前,在对矿山地质和开拓巷道等信息进行存储时大多使用的是文字和图纸,并且数据也很分散。使得这些数据在建模的时候不能直接进行使用,而是需要人工的方式进行整理和输入,如果在三维可视化模型的构建中使用的话,就会降低工作效率,而且还会浪费大量的时间。因此,如何能够快速的对大数据进行存储和处理,

是构建三维可视化模型的难点三。

三、三维地质建模在煤矿地质可视化中的应用分析

1. 基于钻孔数据

在实际应用中，通过总结前人基于钻孔数据的三维地质建模方法的研究结果，进而得出了一种优化的方法：“以层位标定的钻孔数据快速进行解释的方法”，可以有效地对钻孔进行解释，结合勘探结果，以及专家给出的经验，去将地质剖面图绘制出来，并将虚拟控制点添加上，除此之外，还要将相应的间灭距离比设置出来，才能展开Delaunay三角剖分、地面插值，通过将地层面的求交进行转换，进而提高算法的效率。通过调整高程值，进而得到更加完整的三维地质模型，最后再将模型中融入剖面图数据，使模型得到有效的修订。它主要的优势就是能够有效的修正建模中尖点位置为1/2区域的不合理取值，使生成的位置更加精准。根据面模型，将以钻孔的点→线→面→体通过循序渐进的三维地质建模方法提了出来。这种建模方法的步骤和二维剖面是不同的，它是以平直的形式对三维空间进行展示，并且直接利用钻孔柱状图展开插值，通过模拟以后形成。在对其进行实际应用以后发现，必须以钻孔建模速度快和自动化程度高为基础，通过使用快速递进建模法来使建模的精细程度提高。以钻孔数据模型为基础，进而获得更加光滑且合理的地质模型，但是它也有缺点，就是钻孔数据数量少，而且还需要较高的成本。下图3-1为钻孔柱状三维展示效果图。

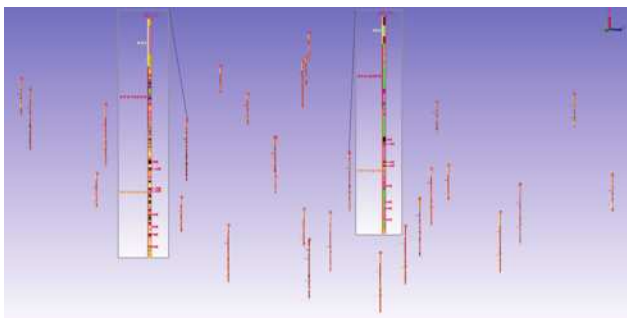


图3-1 钻孔柱状三维展示效果图

2. 煤矿勘探和储量评估

煤矿勘探和储量评估是煤炭资源开发的重要环节，三维地质建模在这个过程中也有着广泛的应用。根据三维地质模型可以直观、全面地反映煤矿的地质构造特征、煤层分布规律等信息，为煤矿的勘探提供可靠的依据。其次，基于三维地质模型，可以对煤矿的煤层储量进行精确评估。通过对煤层的空间分布和体积进行测算，结合煤层的平均厚度、平均密度等参数，计算出煤矿的储量。同时，由于三维地质模型能够精细地描述煤层的空

间形态，可以通过对不同煤层的储量进行累加，获得煤矿的总储量。最后，三维地质模型还可以结合其他工程数据，如采矿工艺、生产能力等，进行煤矿的经济评价。通过对煤矿的储量和采矿工艺等因素的综合考虑，可以评估煤矿的开发前景，为煤矿的合理开发和经营提供科学依据。因此，三维地质建模在煤矿勘探和储量评估中的应用具有重要意义，可以提高勘探和评估的准确性，降低开发风险，为煤炭资源的合理开发和利用提供技术保障。

3. 煤矿生产管理

三维地质建模可以为煤矿生产管理提供直观的地质图像和数据支持，帮助生产人员了解煤矿地质情况，实现精准生产管理。同时，三维地质建模还能够辅助煤矿生产管理人员进行资源优化和调度，提高煤矿生产效率和经济效益。下图3-2为用于生产管理的可视化系统展示模型。

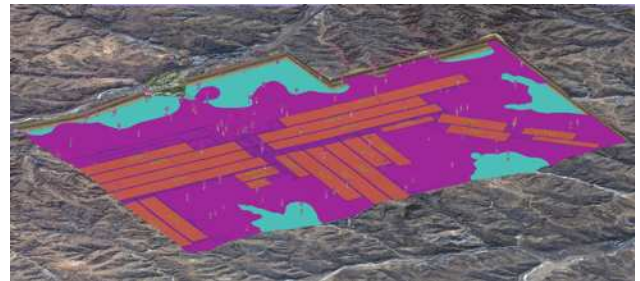


图3-2 用于生产管理的可视化系统展示模型

四、结束语

总而言之，三维地质建模技术在煤矿地质可视化中的应用分析表明，它能够有效地帮助人们更好地理解煤矿地质构造、煤层分布和煤质分布等信息。通过三维地质建模技术，可以构建出真实、直观、高精度的煤矿地质模型，这不仅能够为煤矿勘探和储量评估提供更加准确的数据支持，还能为煤矿的开采和管理提供有力的决策依据。

参考文献：

- [1]朱战斌,王泽亮,王宏伟,李闪光,蒋浩.马泰壕煤矿智能化开采地质构造三维可视化模型构筑关键技术研究[J].中国煤炭,2021,47(S1):103-110.
- [2]鲁志滔.煤矿地层建模与突水通道演化过程的三维可视化实现[D].西安建筑科技大学,2018.
- [3]董前林.地质矿产三维形态重构及属性场建模研究[D].中国矿业大学(北京),2018.
- [4]赵景昌.露天煤矿数字化开采模型构建与应用技术研究[D].辽宁工程技术大学,2018.000082.
- [5]贾国兵.基于数据仓库的煤矿井下真三维建模与综合应用系统研发[D].东北大学,2018.
- [6]陶晓丽.基于3DMine的矿山三维地质建模研究[D].兰州交通大学,2015.